

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-155628

(43)Date of publication of application : 28.06.1988

(51)Int.Cl.

H01L 21/66

G01N 21/00

(21)Application number : 61-302071

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRONICS CORP

(22)Date of filing : 18.12.1986

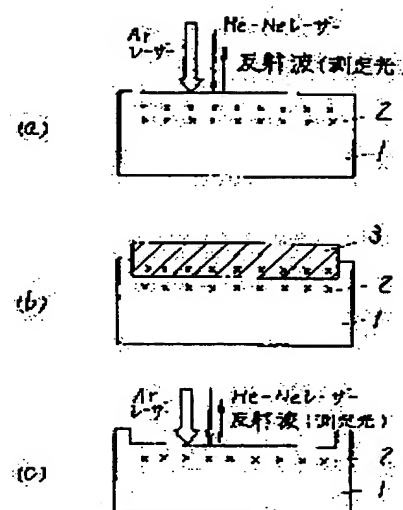
(72)Inventor : YOSHIDA MASAKATSU

(54) MEASUREMENT OF CRYSTAL DEFECT

(57)Abstract:

PURPOSE: To measure the distribution of defects in the depth direction of an Si substrate without changing the modulation frequency of a pumping laser by a method wherein a process to detect the defects of a crystalline structure is repeated by shaving the crystalline substrate surface very slightly each time.

CONSTITUTION: A semiconductor substrate 1 is illuminated by a modulated laser beam; hot waves which are generated by absorbing the light energy and plasma waves are detected by another probing laser beam so as to detect a defect of a semiconductor substrate. By this method, the semiconductor substrate 1 is shaved at its surface very slightly; a method to calculate the amount of defects inside an Si substrate layer on the basis of the difference between the amount of defects before the shaving and the amount of defects after the shaving is repeated; the distribution of defects in the depth direction is obtained. During this process, if an anodic oxidation method is used, a thin layer of about 5 nmW100 nm can be shaved from the Si substrate with good controllability; as a result, the number of defects can be measured very accurately over the extremely thin layer.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-155628

⑪ Int. Cl.⁴H 01 L 21/66
G 01 N 21/00

識別記号

庁内整理番号

7168-5F
B-7458-2G

⑬ 公開 昭和63年(1988)6月28日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全3頁)

⑭ 発明の名称 結晶欠陥の測定方法

⑮ 特 願 昭61-302071

⑯ 出 願 昭61(1986)12月18日

⑰ 発 明 者 吉 田 正 勝 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電子工業株式会社内
⑱ 出 願 人 松下電子工業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
⑲ 代 理 人 弁理士 中尾 敏男 外1名

明 細 書

1、発明の名称

結晶欠陥の測定方法

2、特許請求の範囲

(1) 第1のレーザービームを変調して結晶基板に照射し、光エネルギーの吸収により発生した熱波およびプラズマ波を第2のレーザービームで検出し、結晶基板の欠陥を検出する過程を、結晶基板を表面から深さ方向に微量ずつ除去しながらくり返して行うことを特徴とする結晶欠陥の測定方法。

(2) 結晶基板を表面から深さ方向に微量ずつ除去する手段が陽極酸化過程とこの過程で形成された酸化層の除去とでなる特許請求の範囲第(1)項に記載の結晶欠陥の測定方法。

3、発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、結晶基板中に存在する欠陥の測定方法に関するものである。

従来の技術

超LSIを形成する半導体基板、例えばSi単結晶は良好な結晶性が要求されている。しかしながらSi単結晶の加工による結晶欠陥、あるいは超LSIを形成するプロセスにおいて、イオン注入、ドライエッチング、スパッタリングなどイオンや電子の衝撃によって欠陥が形成され、熱処理によっても回復しないものが存在し、形成した超LSIの素子特性に悪い影響を与えている。そこで、この欠陥を測定して、Si単結晶基板を評価することが必要である。この欠陥を測定する従来方法として、サーマル・ウェーブ法がある。

サーマル・ウェーブ法は第2図に概要図を示すように、アルゴンレーザー(ポンプレーザー)11からのレーザー光を変調手段12で1MHzに変調して、ビーム拡大器13、レンズ系14を通して、ウエハ10の表面に1mm程度のスポットに絞り照射し、このレーザーの光エネルギーの吸収により発生した熱波およびプラズマ波を、検出用のHe-Neレーザー15から放射されるレーザー光がウエハ表面に照射されて反射されたときの反射

波を、ビーム拡大器16、スプリッタ17および検出器18で検出し、その反射波により、欠陥量を測定する方法である。

なお、第2図中、符号19、20、21の構体は、ダイクロイックミラー、 $1/4$ 波長プレート、フィルタである。この方法では、Siの反射率への熱波およびプラズマ波の効果は、ウェハ表面部分の不規則あるいは欠陥の存在に対し、非常に敏感な変調反射信号として現れ、高い検出精度を有している。例えば、イオン注入により発生する欠陥では従来検出が困難であった、注入量 $10^{10} \sim 10^{12}$ 個/cm²で発生する欠陥を検出することができ、広く使用されている。

発明が解決しようとする問題点

サーマル・ウェーブ法でSi基板中の欠陥を測定する場合、ポンプレーザーからの放射光に1MHzの変調を加えたとき、Si基板の表面から約3 μ mの深さの所まで熱波およびプラズマ波が発生する。したがって、3 μ m程度までの欠陥を測定している。しかしながら近年の超LSIでは1 μ m以下

— 3 —

ムを変調して半導体基板に照射し、光エネルギーの吸収により発生した熱波およびプラズマ波を他のプローブレーザービームで検出し、半導体基板の欠陥を検出する方法において、半導体基板を表面から深さ方向に少しずつ除去して、その除去前の欠陥量と除去後の欠陥量との差より、Si基板層の欠陥量を算出する方法をくり返し、深さ方向の欠陥分布を求めるものである。このとき、Si基板の除去は陽極酸化法を用いれば、5nm~100nm程度と薄くすることができ、かつ制御性も良いことから、精度を高く極薄な層にわたって欠陥数を測定できる。

作用

本発明の方法によれば、ポンプレーザーの変調周波数を高めることなく、深さ方向の欠陥分布を測定することができる。また表面層近傍の浅い層の欠陥密度を知ることができる。

実施例

本発明の一例としてSi基板にB⁺イオンを50Kevの加速エネルギーで 1×10^{13} /cm²の注

の浅い領域に素子を形成すること、およびSi基板にイオン注入法などでp-n接合を形成した場合、接合層の近傍で発生する電流のリークが重要な素子特性の要因となっており、深さ方向の欠陥の分布の解析が必要である。しかるに、この方法では表面から3 μ m程度の深い範囲の積算値しか求めることができない。また、測定する深さを浅くするためには、ポンプレーザー、例えばアルゴンレーザーのビーム変調周波数を高くしなければならない。0.3 μ m程度の深さを測定するためには10MHzの周波数を必要とする。しかし、出力5W程度の高パワーのレーザーに高い周波数で安定した変調を加えることは非常に困難である。また連続的に変調周波数を変化させることはさらに困難である。

本発明はポンプレーザーの変調周波数を変えることなくSi基板の深さ方向の欠陥分布を測定する方法を提供するものである。

問題点を解決するための手段

本発明の結晶欠陥の測定方法は、レーザービー

— 4 —

入量のイオン注入を行った層の欠陥分布の測定について示す。このイオン注入では注入イオンの深さは、平均投影飛程が0.16 μ mで深さは約0.3 μ m程度となる。この注入により発生する注入欠陥は0.3 μ mより浅い層に形成される。

本発明の応用例を第1図a~cの工程順断面図により説明する。最初に、第1図aのように、注入後のSi基板1の表面の注入欠陥量をサーマル・ウェーブ法により測定しその値をN₀とする。次に、第1図bのように、Si基板1の表面を0.01 μ m程度除去する。Si基板を除去する方法は例えば、N-メチルアセド・アミドに硝酸カリウムを混合した溶液にSi基板1の表面を接触させ、Si基板の裏面と溶液の間に一定の電流を流し、Si基板の表面に酸化膜を形成する陽極酸化法によって行う。陽極酸化によって20nmの酸化膜3を形成し、この酸化膜3を弗酸で除去すると約10nmのSi層を除去することができる。かつ酸化膜の厚さは陽極酸化で加える電流の電極の電圧で正確に制御できる。Si基板を除去する方

法としては陽極酸化法の他に、Siのプラズマエッチ、RIE、スパッタエッチ、Siのケミカルエッチ等があるが、なるべくダメッチを発生しなく、エッチング層の厚さの制御性の良い方法が望ましい。

次に、第1図cのように、再度Si基板1の表面を除去後サーマル・ウェーブ法により欠陥量を測定し、その値 N_1 を求める。このSi基板表面の除去した厚さを Δl_1 とすれば、 Δl_1 の厚みの中に含まれる欠陥量は $(N_0 - N_1)$ として求まる。また、欠陥密度は $(N_0 - N_1) / \Delta l_1$ で求まる。次に、さらにSi基板を Δl_2 だけ除去し、除去後サーマル・ウェーブ法の測定値を N_2 とし、このような過程をくり返し行なうと、i番目の除去層の欠陥密度は $(N_{i-1} - N_i) / \Delta l_i$ として求められる。 $\Delta l_1 = \Delta l_2 = \dots \Delta l_i = 0.01\mu\text{m}$ とすれば31回の測定で $0.3\mu\text{m}$ の深さまで測定できる。この場合Si基板の除去厚さ Δl は必ずしも一定でなくても良い。またSi基板の除去を一定の速度で連続的に行ない、一定の間隔で測定を行なう方法でも

よい。

発明の効果

本発明によりサーマル・ウェーブ法のポンプレーザーの変調周波数を変えることなく、浅いSi基板層の欠陥および深さ方向の欠陥分布が容易に測定できる。

4. 図面の簡単な説明

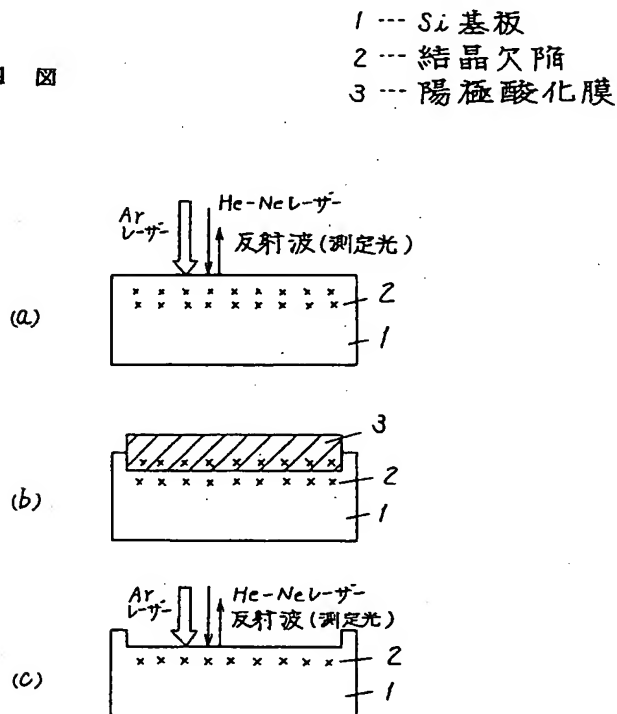
第1図は本発明の方法によりSi基板中の欠陥の深さ方向の分布を測定する手順を説明する工程順断面図、^{第2図は}サーマル・ウェーブ法の原理を示す概要図である。

1……Si基板、2……結晶欠陥、3……陽極酸化膜。

代理人の氏名 弁理士 中尾敏男 ほか1名

— 7 —

第1図



— 8 —

第2図

